



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 43 807 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 04 R 3/12
H 04 R 1/40
H 04 R 9/06
H 04 R 15/00
H 04 R 17/00
H 04 R 19/02

②① Aktenzeichen: P 43 43 807.5
②② Anmeldetag: 22. 12. 93
②③ Offenlegungstag: 29. 6. 95

DE 43 43 807 A 1

⑦① Anmelder:

Günther Nubert elektronik GmbH, 73525 Schwäbisch
Gmünd, DE

⑦④ Vertreter:

Ruff, M., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Beier, J., Dipl.-Ing.;
Schöndorf, J., Dipl.-Phys.; Mütschele, T.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 70173 Stuttgart

⑦② Erfinder:

Nubert, Günther, 73525 Schwäbisch Gmünd, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 38 43 051 C2
DE 41 17 607 A1
DE 38 32 617 A1
DE 38 32 616 A1
DE 38 30 461 A1
DE 27 05 396 A1
SU 18 11 646 A3
SU 17 48 538 A2
SU 16 38 799 A1

N.N.: Der digitale Lautsprecher ist im Kommen.
Der Lautsprecher als D/A-Wandler. In:
Elektor 11, 1988, S. 14, 16;
N.N.: Akustisch-mechanischer D/A-Wandler. In:
Funk-schau 5, 1981, H. 5, S. 12;

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Umwandeln eines elektrischen in ein akustisches Signal

⑤⑦ Ein Verfahren zum Umwandeln eines elektrischen Signals
in ein akustisches Signal schlägt vor, statt eines einzelnen
analogen Wandlerelements eine Vielzahl von kleinen Wand-
lerelementen zu verwenden, die jeweils neben einem neutra-
len Zustand zwei mechanisch unterschiedliche Zustände
aufweisen. Statt einer mit zunehmender Elongation des
elektrischen Signals zunehmenden Auslenkung des analo-
gen Wandlerelements wird eine zunehmende Zahl der
einzelnen Wandlerelemente umgeschaltet.

DE 43 43 807 A 1

Ein Beispiel für die Umwandlung elektrischer in akustische Signale sind Lautsprecher. Bei einem üblichen Lautsprecher wird die Schwingspule des Lautsprechers von einem dem elektrischen Signal proportionalen Strom durchflossen. Je größer das Signal ist, desto größer ist die Auslenkung der Schwingspule gegenüber dem Permanentmagnet. Mit der Schwingspule verbunden ist eine Lautsprechermembran, deren Ausschlag um so größer ist, je stärker das elektrische Signal ist.

Das aus der Schwingspule und der Lautsprechermembran bestehende System ist ein schwingungsfähiges System, das eine Vielzahl von Eigenfrequenzen aufweist und daher das elektrische Signal nur verzerrt wiedergibt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Umwandeln eines elektrischen Signals in ein akustisches Signal vorzuschlagen, bei denen mit geringem mechanischem Aufwand eine Verbesserung der Wiedergabe möglich ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und/oder eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11 vor. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche. Der Spannungswert des elektrischen Signals soll üblicherweise eine Lautstärke darstellen. Die Erfindung verwendet also statt eines analogen Lautsprechers, der als Wandler bezeichnet werden kann, eine Vielzahl von digital arbeitenden Wandlerelementen, die jeweils nur zwei diskrete mechanisch verschiedene Zustände aufweisen können. Diese beiden Zustände können beispielsweise ein bestimmtes Volumen sein, das im einen Fall größer und im anderen Fall kleiner ist.

Die Lautstärke wird nach der Erfindung dadurch erreicht, daß mit zunehmender Lautstärke nicht ein Element stärker, sondern mehr Elemente in gleicher Weise um einen Festbetrag ausgelenkt werden. Dies führt in gleicher Weise zur Darstellung einer bestimmten Lautstärke.

Erfindungsgemäß kann in Weiterbildung vorgesehen sein, daß jedes Wandlerelement bei Unterschreiten der Spannung ausgeschaltet wird, bei deren Überschreiten es eingeschaltet wurde.

Da die elektrischen Signale und die ihnen zugeordneten akustischen Signale bezüglich einer Null-Linie positive und negative Werte aufnehmen können, kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß der erwähnte erste mechanische Zustand der maximal negativen Spannung entspricht, so daß praktisch alle Spannungswerte gegenüber einer Bezugsspannung gemessen werden, die nicht der Null-Linie entspricht.

Besonders günstig ist es jedoch, wenn in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen sein kann, daß die Wandlerelemente einen dritten mechanischen Zustand aufweisen, der als neutraler Zustand zwischen den beiden anderen liegt. Dieser neutrale oder Null-Zustand kann ein Zustand sein, der eintritt, wenn das Wandlerelement nicht angesteuert wird, also beispielsweise spannungsfrei ist. Dann werden die Wandlerelemente bei positiven Spannungswerten in den einen Zustand und bei negativen Spannungswerten in den anderen Zustand, jeweils ausgehend von dem neutralen Zustand, umgeschaltet.

Die Erfindung schlägt vor, die Wandlerelemente in einer Fläche nebeneinander liegend anzuordnen, beispielsweise möglichst eng nebeneinander. Die Wandler-

elemente können zum Beispiel linienförmig ausgebildet sein. Die Anordnung kann erfindungsgemäß so eng sein, daß die Schallquelle klein wird, wobei eine Grenze dadurch gegeben ist, daß die einzelnen Elemente voneinander unabhängig angesteuert werden und sich nicht gegenseitig beeinflussen sollen.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, Wandlerelemente zu verwenden, die im wesentlichen punktförmig ausgebildet sind und dann in einem zweidimensionalen Raster nebeneinander liegend angeordnet sind. Es kann sich hierbei vorzugsweise um eine ebene Fläche handeln, jedoch ist auch die Anordnung in einer anderen Fläche möglich, wenn bestimmte Abstrahlungscharakteristiken verwirklicht werden sollen.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, daß die Zuschaltung der Wandlerelemente bei zunehmender Spannung nach einem bestimmten Muster erfolgt, beispielsweise symmetrisch. Es kann sich hierbei um eine Punkt- oder Liniensymmetrie handeln.

Als Wandlerelemente können beispielsweise elektrische Leiter verwendet werden, die geradlinig verlaufend in einem Magnetfeld angeordnet werden. Wird durch den Leiter dann ein elektrischer Strom geleitet, so lenken sich die Leiter quer zu den Feldlinien des Magnetfelds seitlich aus. Als Leiter können insbesondere flache dünne Streifen verwendet werden, die zu einer besseren Lautstärkeausbeute führen als beispielsweise runde Drähte.

Erfindungsgemäß kann ebenfalls vorgesehen sein, als Wandlerelemente elektrostriktive Elemente zu verwenden, die also unter dem Einfluß einer Spannung oder eines Stroms ihr Volumen ändern. Es kann ebenfalls vorgesehen sein, magnetostriktive Elemente zu verwenden, zu deren Veränderung ein Magnetfeld erzeugt wird.

Weiterhin möglich ist es, elektrostatische Elemente zu verwenden.

Ebenfalls vorgeschlagen wird von der Erfindung die Verwendung piezoelektrischer Elemente, z. B. in Folienform.

Wenn das von der Erfindung vorgeschlagene Verfahren auf ein analoges elektrisches Signal angewendet werden soll, kann vorgesehen sein, das analoge Signal durch einen A/D-Wandler in ein digitales umzuwandeln. Es ist aber nach der Erfindung auch möglich, das Verfahren direkt auf ein digitales elektrisches Signal anzuwenden, bei dem die Spannungswerte digital verschlüsselt sind und eine Lautstärke darstellen sollen. Das digitale elektrische Signal, auf das das Verfahren nach der Erfindung angewendet werden kann, kann, sofern erforderlich, auf digitaler Ebene entsprechend umcodiert werden.

Die Vorrichtung nach der Erfindung enthält eine Vielzahl derartiger Wandlerelemente. Je größer die Zahl der Wandlerelemente ist, desto feiner lassen sich die unterschiedlichen vorgegebenen Spannungswerte auflösen. Die zu erreichende Lautstärke hängt natürlich von den Eigenschaften und der Zahl der Wandlerelemente ab.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, daß im Bereich großer Lautstärke nicht mehr einzelne Wandlerelemente, sondern Gruppen von Wandlerelementen zugeschaltet werden. Bei größerer Lautstärke führt das Hinzuschalten eines einzigen Wandlerelements nur zu einer sehr kleinen Zunahme der Lautstärke, so daß hier sonst eine unnötige feine Auflösung erreicht wird. Es ist selbstverständlich auch möglich, für den Bereich größerer Lautstärken Wandlerelemente vorzusehen, die größer sind als im Bereich der kleinen Lautstärken.

Ebenfalls möglich ist es, für verschiedene Frequenzbereiche unterschiedliche Wandler Elemente vorzusehen. Diese können als getrennte Lautsprecher, ähnlich wie bei den bisherigen analogen Lautsprechern, oder aber auch in der gleichen Lautsprechereinheit angeordnet werden. In diesem Fall kann man die Wandler Elemente in Gruppen zusammenfassen, wobei innerhalb einer Gruppe die Wandler Elemente im wesentlichen gleich sind, während sie sich von Gruppe zu Gruppe unterscheiden.

Im Bereich tiefer Frequenzen ist bekanntlich das Erreichen der entsprechenden Lautstärke schwierig. Hierzu verwendet man auch im analogen Bereich spezielle Tiefton-Lautsprecher. Um auch bei tiefen Frequenzen die nötige Lautstärke mit nicht zu hohem Aufwand zu erreichen, kann erfindungsgemäß auch vorgesehen sein, daß Wandler Elemente von herkömmlichen analogen Lautsprechern gebildet werden, die aus der neutralen Position in beide Richtungen mit einem konstanten Hub ein- bzw. ausgeschaltet werden, also digital betrieben werden.

Die Vorrichtung nach der Erfindung kann einen A/D-Wandler aufweisen, wenn an sie ein analoges elektrisches Signal angelegt werden soll.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorzüge ergeben sich aus den Patentansprüchen, deren Wortlaut durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht wird, der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sowie anhand der Zeichnung. Hierbei zeigen:

Fig. 1 schematisch die Darstellung eines elektrischen analogen Signals und seine erfindungsgemäße Darstellung durch einzelne diskrete Wandler Elemente;

Fig. 2 die Anordnung einer Vielzahl von Wandler Elementen in einem zweidimensionalen Raster;

Fig. 3 die Anordnung einer Vielzahl von linienförmigen Wandler Elementen in einem Magnetfeld;

Fig. 4 eine abgebrochene perspektivische Aufsicht auf ein zweidimensionales Feld von Wandler Elementen, die auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet sind.

In Fig. 1 ist der Verlauf eines analogen elektrischen Signals in Form einer Kurve 1 dargestellt. Bei herkömmlichen Lautsprechern wird dieses Signal, gegebenenfalls in verstärkter Form, direkt als Spannung an die Schwingspule eines Lautsprechers gelegt, so daß die Membran des Lautsprechers eine dem Spannungswert der Kurve 1 proportionale Auslenkung erfährt. Die Auslenkung erfolgt beispielsweise nach vorne, wenn die Spannung einen positiven Wert aufweist, und nach hinten gegenüber einer Nullstellung, wenn die Spannung entsprechend dem Kurvenverlauf unter die Null-Linie 2 absinkt.

Die Erfindung schlägt nun statt dessen vor, sobald die Spannung entsprechend der Kurve 1 die Null-Linie 2 übersteigt und einen entsprechenden Spannungswert erreicht, zum Zeitpunkt 3 ein erstes Wandler Element einzuschalten. Das Einschalten des ersten Wandler Elements ist durch den Rechteck-Kurvenzug 4 dargestellt. Dieses Wandler Element bleibt zunächst eingeschaltet. Sobald der Spannungsverlauf einen zweiten Wert erreicht, wird zum Zeitpunkt 5 ein zweites Wandler Element entsprechend dem Kurvenzug 6 eingeschaltet. Auch dieses Wandler Element bleibt eingeschaltet. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis zum Zeitpunkt 7 die Spannung wieder abfällt und ein entsprechendes Wandler Element wieder ausgeschaltet wird. Beim Nulldurchgang sind damit alle Wandler Elemente wieder ausgeschaltet bzw. in ihren neutralen Zustand

zurückversetzt. Sobald die Kurve 1 nun in den negativen Spannungsbereich übergeht, werden die entsprechenden Wandler Elemente in genau der gleichen Weise aus ihrem neutralen Zustand in ihren negativen Zustand umgeschaltet. Der positive Zustand der Wandler Elemente kann beispielsweise eine Volumenvergrößerung sein, während der negative Zustand eine Volumenverkleinerung sein kann.

In der vereinfachten Darstellung der Fig. 1 sind für das analoge Signal fünf Wandler Elemente verwendet worden. Es ist zu erkennen, daß die Annäherung des digital erzeugten Schallsignals an die analoge Kurve um so größer ist, je größer die Zahl der Wandler Elemente und je größer die Auflösung ist.

Fig. 2 zeigt nun eine mögliche Anordnung einzelner Wandler Elemente 8 in einem zweidimensionalen ebenen Raster. Jedes Wandler Element 8 weist einen beispielsweise auf Masse gelegten Anschluß 9 sowie einen zweiten Eingang 10 auf, der über einzelne Leitungen 11 mit einer Ansteuereinrichtung 12 verbunden ist. Die Ansteuereinrichtung ist in der Lage, jedes einzelne Wandler Element der gesamten Anordnung individuell anzusteuern. Es kann sinnvoll sein, daß die Ansteuereinrichtung ab einer gewissen Lautstärke in der Lage ist, mehrere Wandler Elemente gemeinsam anzusteuern bzw. einzuschalten, damit in diesem Lautstärkebereich die Ansteuerschaltung entweder einfacher gestaltet werden kann und/oder die Auflösung nicht unnötig fein gestaltet wird. Die Ansteuereinrichtung ist weiterhin so ausgebildet, daß sie eine der jeweiligen Elongation des Signals 1 in Fig. 1 entsprechende Zahl von Wandler Elementen 8 ansteuert.

Bei beginnender Auslenkung kann die Ansteuereinrichtung 12 beispielsweise so vorgehen, daß sie zunächst das links oben dargestellte Wandler Element 8 ansteuert. Bei weiterer Elongation der Kurve 1 können dann benachbarte Wandler Elemente angesteuert werden, so daß sich mit steigender Elongation die Einschaltung der Wandler Elemente 8 nach einem bestimmten von der linken oberen Ecke ausgehenden Muster fortpflanzt.

Ebenfalls möglich wäre es, mit dem Einschalten beispielsweise in der Mitte zu beginnen und die Ausbreitung dann radial nach außen vorzunehmen.

Fig. 3 zeigt eine weitere Möglichkeit zur Realisierung der Erfindung. Ein Elektromagnet mit einem Nordpol 13 und einem Südpol 14 erzeugt zwischen diesen beiden Polen ein konstantes homogenes Magnetfeld mit zwischen den Polen verlaufenden Feldlinien. Der Elektromagnet wird an eine Gleichspannungsquelle 15 angeschlossen, was nur schematisch für den Nordpol 13 dargestellt ist. Die Stärke des Magnetfelds bestimmt die maximal mögliche Lautstärke der Vorrichtung. Eine Reduzierung der Stärke des Magnetfelds ermöglicht es, innerhalb einer kleineren Gesamtlautstärke die volle Auflösung der Schaltung ausnützen zu können.

Quer zu den Magnetlinien erstreckt sich eine Vielzahl von parallelen in einer Ebene angeordneten elektrischen Leitern 16, die beispielsweise aus dünner Metallfolie, zum Beispiel Aluminium, oder aus einer metallisierten Kunststoffolie bestehen. An ihrem einen in Fig. 3 oberen Ende sind die elektrischen Leiter mit einer gemeinsamen Rückleitung 17 verbunden. Diese Rückleitung 17 kann beispielsweise an einer Leiterplatte ausgebildet sein und auch zur mechanischen Befestigung der elektrischen Leiter 16 dienen. An ihrem gegenüberliegenden, in Fig. 3 unteren Ende sind die elektrischen Leiter 16 wiederum mechanisch befestigt. Die Befestigung der elektrischen Leiter 16 geschieht so, daß sie straff

gespannt sind, also eine bestimmte festgelegte mechanische, d. h. örtliche Stellung einnehmen. An diesen der gemeinsamen Rückleitung 17 abgewandten Enden ist jeder elektrische Leiter 16 über eine Einzelleitung 11 mit der Ansteuereinrichtung 12 verbunden. Der Ansteuereinrichtung 12 vorgeschaltet ist eine Steuereinheit 18, die die Ansteuereinrichtung 12 derart ansteuert, daß diese das beschriebene Verfahren durchführt. Am Eingang der Steuereinrichtung, die beispielsweise auch einen A/D-Wandler aufweisen kann, liegt auf einer Leitung 19 das umzuwandelnde elektrische analoge Signal an.

Fließt durch einen der elektrischen Leiter 16 in dem konstanten Magnetfeld ein Strom, so wird auf den entsprechenden Leiter 16 eine Kraft senkrecht zu den Magnetfeldlinien ausgeübt. Diese führt zu einer Auslenkung des Leiters 16 so lange, bis die vergrößerte mechanische Spannung in seiner eigenen Längsrichtung dieser Kraft gleich wird. Auf diese Weise stellt jeder elektrische Leiter 16 ein Wandlerelement dar, das sich je nach Richtung des durch ihn fließenden Stroms nach vorne oder nach hinten bewegt.

Während bei der schematischen Darstellung der Fig. 2 und 3 die Wandlerelemente 8 bzw. die als Wandlerelemente dienenden elektrischen Streifenleiter 16 tatsächlich getrennte Elemente sind, zeigt Fig. 4 eine Anordnung, bei der ein einstückiges Substrat 20 zur Bildung der Wandlerelemente vorgesehen ist. Es ist nur ein Eckausschnitt aus dem Substrat 20 dargestellt. Das Substrat 20 ist zunächst eine flache ebene Platte, in die von einer Seite her eine Vielzahl von rechtwinklig zueinander verlaufenden Einschnitten 21 eingebracht sind. Diese Einschnitte 21 lassen einzelne quaderförmige Wandlerelemente 22 entstehen, die mit einer ihrer Flächen in das Substrat 20 übergehen, aber durch die Einschnitte 21 mechanisch voneinander getrennt sind. Bei entsprechender Ansteuerung dieser Wandlerelemente 22, beispielsweise durch eine auf der Oberseite angebrachte Elektrode und einer auf der in Fig. 4 unteren Rückseite angebrachte Gegenelektrode, läßt sich jedes Wandlerelement 22 einzeln ansteuern und aus seinem neutralen Zustand in jeden der beiden anderen Zustände umschalten. Es kann sich bei dem Substrat 20 der Fig. 4 beispielsweise um ein piezoelektrisches Element handeln, bei dem unter Spannungseinfluß eine Verformung auftritt.

Selbst wenn die einzelnen Wandlerelemente nicht linear arbeiten und nicht perfekt ein- und ausschwingen, ergeben sich keine nennenswerten Verzerrungen des abgestrahlten, durch die Wandlerelemente angenäherten Kurvenzugs, wenn das Ein- und Ausschwingen gegenüber der Grenzfrequenz schnell genug erfolgt.

Da ein möglicherweise nicht vollständig perfektes Ein- und Ausschwingen für alle Elemente gleich und vorhersehbar ist, könnte es elektrisch bzw. elektronisch kompensiert werden.

Die Verarbeitung eines digitalen Signals hat den Vorteil, daß die Verlustleistung im zugehörigen Verstärker drastisch gegenüber den Analogverstärkern reduziert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Umwandeln eines elektrischen Signals (1) in ein akustisches Signal, mit Hilfe einer Vielzahl von je zweier unterschiedlicher mechanischer Zustände fähiger im wesentlichen gleicher Wandlerelemente (8, 22), bei dem mit zunehmendem

dem Augenblickswert der Spannung eine zunehmende Zahl von Wandlerelementen (8, 22) umgeschaltet und mit wieder abnehmendem Augenblickswert der Spannung wieder zurückgeschaltet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem jedes Wandlerelement (8, 22) bei Unterschreiten desjenigen Spannungswerts ausgeschaltet wird, bei dessen Überschreiten es eingeschaltet wurde.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem die Wandlerelemente (8, 22) einen dritten mechanischen Zustand aufweisen, der als neutraler Zustand zwischen den beiden anderen liegt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Wandlerelemente im wesentlichen linienförmig in einer Fläche nebeneinander liegend angeordnet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Wandlerelemente (8, 22) im wesentlichen punktförmig in einem zweidimensionalen Raster angeordnet werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem bei zunehmendem Augenblickswert der Spannung des Signals die Zuschaltung der Wandlerelemente (8, 22) symmetrisch erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Wandlerelemente elektrische Leiter (16) verwendet werden, die in einem Magnetfeld angeordnet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem als Wandlerelemente (8, 22) elektrostriktive Elemente verwendet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem als Wandlerelemente (8, 22) piezoelektrische Elemente, ggf. in Form von Folien, verwendet werden.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Wandlerelemente (8, 22) magnetostruktive Elemente verwendet werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Wandlerelemente (8, 22) elektrostatische Elemente verwendet werden.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Wandlerelemente bistabile Wandlerelemente verwendet werden, die ggf. zu ihrer Umschaltung impulsartig angesteuert werden.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als Wandlerelemente herkömmliche Lautsprecher verwendet werden, die digital in zwei bzw. drei Zuständen betrieben werden.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Wandlerelemente (8, 22) in mindestens zwei Gruppen angeordnet werden, wobei die Wandlerelemente jeder Gruppe untereinander im wesentlichen identisch ausgebildet sind, sich von Gruppe zu Gruppe aber unterscheiden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem insbesondere im Bereich höherer Lautstärken mehr als ein Wandlerelement gleichzeitig eingeschaltet wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Spannungswert als digitaler Wert dargestellt wird.

17. Vorrichtung zur Umwandlung eines elektrischen Signals (1) in ein akustisches Signal, mit
17.1 einer Einrichtung zum Anlegen des elektrischen Signals (1)

17.2 einer Vielzahl einzelner Wandlerelemente (8, 22), die

17.2.1 in Abhängigkeit von einer angelegten Spannung zwei mechanisch unterschiedliche Zustände aufweisen, und

17.2.2 in einer Fläche nebeneinander angeordnet sind,

17.3 einer Ansteuereinrichtung (12) zum Ansteuern jedes einzelnen Wandlerelements (8, 22),

17.4 einer Steuereinrichtung (18), die derart ausgebildet ist, daß sie mit zunehmendem Augenblickswert der Spannung des umzuwandelnden Signals eine zunehmende Zahl von Wandlerelementen (8, 22) umschaltet und mit wieder abnehmendem Augenblickswert der Spannung wieder zurückschaltet.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei die Steuereinrichtung (18) derart ausgebildet ist, daß sie jedes Wandlerelement (8, 22) bei Unterschreiten des Spannungswerts ausschaltet, bei dessen Überschreiten sie es einschaltet.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 oder 18, bei der die Wandlerelemente (8, 22) einen neutralen Zustand aufweisen, den sie dann einnehmen, wenn die Ansteuereinrichtung (12) sie nicht ansteuert.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, bei der die Wandlerelemente im wesentlichen linienförmig in einer Fläche nebeneinander liegend angeordnet sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, bei der die Wandlerelemente (8, 22) im wesentlichen punktförmig in einem zweidimensionalen Raster angeordnet sind.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, wobei die Steuereinrichtung (18) derart ausgebildet ist, daß bei zunehmendem Augenblickswert der Spannung des Signals die Zuschaltung der Wandlerelemente (8, 22) symmetrisch erfolgt.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, bei der die Wandlerelemente als in einem konstanten Magnetfeld angeordnete elektrische Leiter (16) ausgebildet sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, bei der die Wandlerelemente elektrostriktives Material aufweisen.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 24, bei der die Wandlerelemente (8, 22) piezoelektrisches Material, ggf. in Form von Folien, aufweisen.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 25, bei der die Wandlerelemente (8, 22) magnetostruktives Material aufweisen.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 26, bei der die Wandlerelemente (8, 22) elektrostatisches Material aufweisen.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 27, bei der die Wandlerelemente (8, 22) als herkömmliche Lautsprecher ausgebildet sind, die in zwei bzw. drei Zuständen betrieben werden.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 28, bei der die Wandlerelemente in mindestens zwei Gruppen angeordnet werden, wobei die Wandlerelemente jeder Gruppe untereinander im wesentlichen identisch ausgebildet sind, sich von Gruppe zu Gruppe aber unterscheiden.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 29, bei der die Steuereinrichtung (18) derart ausge-

bildet ist, daß sie insbesondere im Bereich höherer Lautstärken mehr als ein Wandlerelement gleichzeitig einschaltet.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 30, mit einem A/D-Wandler zur Umwandlung eines analogen elektrischen Spannungssignals.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 31, wobei die Steuereinrichtung (18) zur Verarbeitung eines digitalen Spannungssignals ausgebildet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

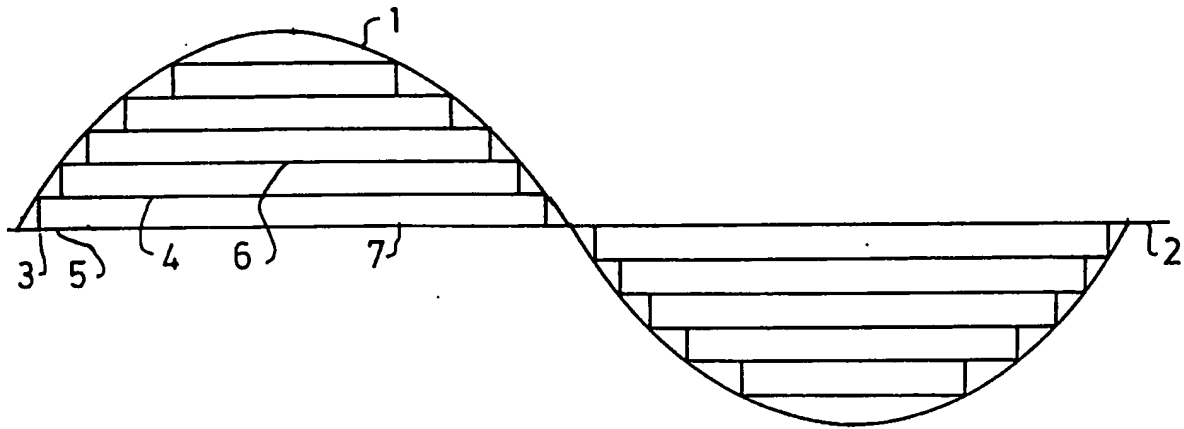


FIG. 1

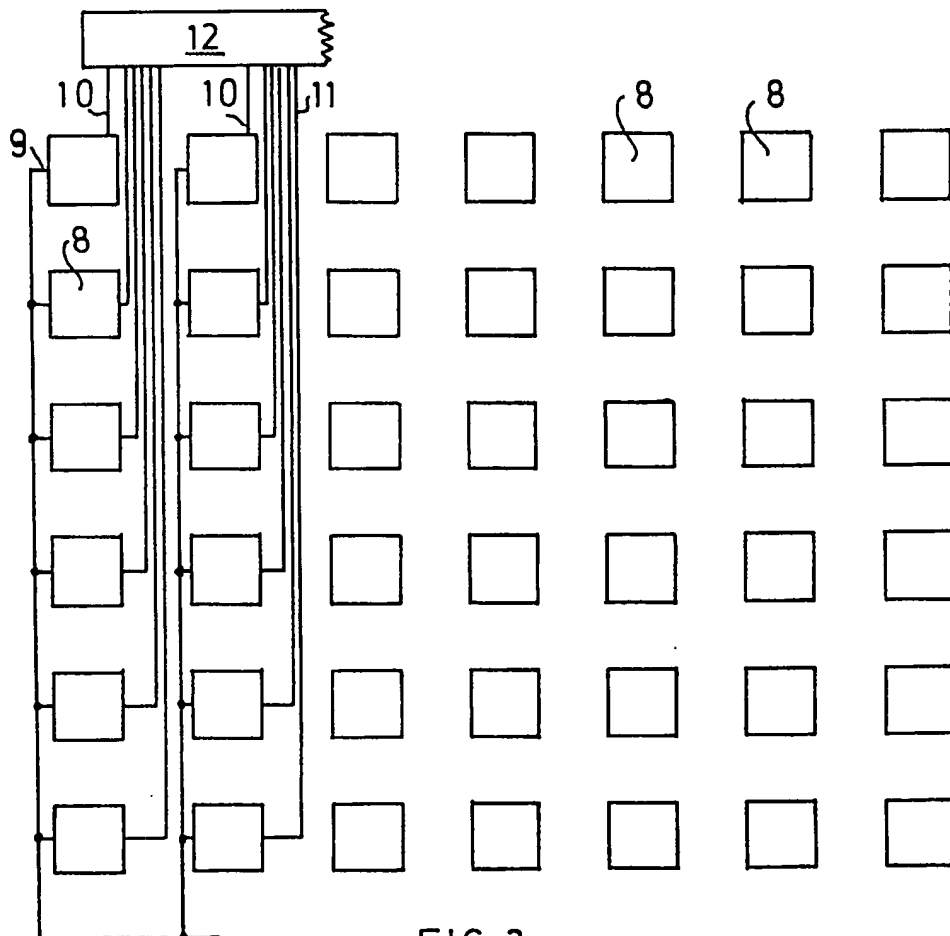


FIG. 2

